

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2002年1月17日 (17.01.2002)

PCT

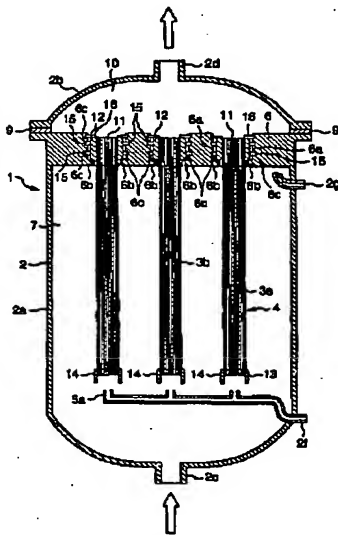
(10) 国際公開番号
WO 02/04101 A1

- (51) 国際特許分類: B01D 63/04 [JP/JP]; 〒530-8205 大阪府大阪市北区堂島浜一丁目2番6号 Osaka (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/05972
- (22) 国際出願日: 2001年7月10日 (10.07.2001)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2000-208339 2000年7月10日 (10.07.2000) JP
特願2001-062532 2001年3月6日 (06.03.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 旭化成株式会社 (ASAHI KASEI KABUSHIKI KAISHA)
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渡辺昭広 (WATANABE, Akihiro) [JP/JP]; 〒141-0021 東京都品川区上大崎1-9-6 Tokyo (JP). 石橋 謙 (ISHIBASHI, Yuzuru) [JP/JP]; 〒417-0801 静岡県富士市大淵2318-20 Shizuoka (JP). 浜中克彦 (HAMANAKA, Katsuhiko) [JP/JP]; 〒417-0801 静岡県富士市大淵168-26 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 浅村 皓, 外 (ASAMURA, Kiyoshi et al.); 〒100-0004 東京都千代田区大手町2丁目2番1号 新大手町ビル331 Tokyo (JP).

[続業有]

(54) Title: HOLLOW THREAD FILM CARTRIDGE, HOLLOW THREAD FILM MODULE USING THE CARTRIDGE, AND TANK TYPE FILTER

(54) 発明の名称: 中空糸膜カートリッジ、並びにそれを用いた中空糸膜モジュール及びタンク型濾過装置



(57) Abstract: A hollow thread film cartridge, wherein a cartridge head and a lower ring are fixedly connected to each other through a plurality of bars or pipes, the hollow parts of the hollow thread film end parts on the cartridge head side are open, the hollow parts of the hollow thread film end parts on the lower ring side are sealed, a plurality of through-holes are provided in a fixedly connected layer on the lower ring side, and the through-holes are disposed in a hollow thread film bundle.

(57) 要約:

カートリッジヘッドと下部リングとが複数の棒又はパイプで連結固定されており、カートリッジヘッド側の中空糸膜端部の中空部が開口し、下部リング側の中空糸膜端部の中空部が封止され、かつ、下部リング側接着固定層に複数の貫通穴が設けられ、該貫通穴が中空糸膜束内に配置されている中空糸膜カートリッジ。

BEST AVAILABLE COPY

WO 02/04101 A1



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

中空糸膜カートリッジ、並びにそれを用いた中空糸膜モジュール及びタンク型濾過装置

5

技術分野

本発明は、加圧式又は吸引式のタンク型濾過装置、ラック型濾過装置又は浸漬型濾過装置に装着される中空糸膜を用いた濾過カートリッジに関する。さらに詳しくは、河川水、湖沼水、地下水、海水、生活排水、又は工場排水等の大量の原

10 水について除濁、除菌を行う濾過装置、活性汚泥処理の固液分離を行う濾過装置に用いられる中空糸膜カートリッジ及びそれを用いたラック型濾過装置用モジュール又はタンク型濾過装置に関する。

背景技術

従来の中空糸膜を用いたカートリッジの例としては、特開昭61-15310

15 4号公報に、複数の中空糸膜が外筒内に収容され、中空糸膜の両端が上部接着固定部及び下部接着固定部でそれぞれ外筒に固定され、外筒が中空糸膜の上下端部まで一体に形成された構造のものが記載されている。このカートリッジの上部接着固定部には多数本の中空糸膜の中空部が開口しているが、下部接着固定部では中空部が封止されており、かつ、接着剤層に複数の貫通穴が設けられている。ま

20 た、下部接着固定部の下方に外筒で囲まれたガス室が形成されている。

この中空糸膜カートリッジは、外圧濾過用であり濾過塔に装着されて使用されるが、被濾過物が膜の外表面に堆積すると膜の濾過性能が低下するため、一定時間濾過を行った後には、膜面の堆積物を取り除く洗浄操作が行われる。

この洗浄操作として、濾過塔内に原水を満たした状態で中空糸膜カートリッジ

25 の下部からガスを流入し、気液混合流体で中空糸膜に振動を与えて膜面の堆積物を剥離するガスバブリングという方法が用いられている。

しかしながら、この中空糸膜カートリッジでは、中空糸膜の両端が外筒に固定されているため、中空糸膜の広がり及び振動が制限され、ガスバブリングによる洗浄効果が十分発揮されないことがあった。特にカートリッジの直径が大きくなる

とこの現象が顕著であり、長期間にわたって濾過運転を行う場合に支障をきたすという問題があった。

- 一方、特開平2000-157846号公報では、中空糸膜束の端部が接着固定されたカートリッジヘッドと下部リングとを有し、該カートリッジヘッドと下部リングとが連結固定されておらず、下部リングの接着固定層に複数のガス導入用の貫通穴が設けられた中空糸膜カートリッジが提案されている。この中空糸膜カートリッジは外筒を持たないため、ガスバブリングにおいて中空糸膜の広がりや振動が制限を受けることがなく、膜面に堆積した懸濁物の剥離とその剥離した懸濁物のカートリッジ外への排出が容易に行えるという利点を有している。
- 10 しかしながら、この中空糸膜カートリッジでは、ガスバブリング時に下部リングが浮上して中空糸膜束が屈曲してしまうことを防ぐため、供給ガス量を制限しなければならない。一方、十分な洗浄効果を得るべく多量のガスでガスバブリングを繰り返し長期間実施すると、中空糸膜束の屈曲が繰り返し起こるため中空糸膜の切断を引き起こすことがある。したがって、いずれの場合においても長期間
- 15 にわたって濾過運転を安定して行うことが困難である。

- また、特開平10-137552号公報には、膜束中心部に1本の支柱を配置して上部接着固定層と下部接着固定層とを連結したカートリッジが開示されている。このカートリッジでは、中央に支柱を配置することによってガスバブリング時の中空糸膜束の座屈を回避することができるが、気泡と中空糸膜との接触効率が低い
- 20 ため十分な洗浄効果が得られないという問題点や、取り扱い時やガスバブリング時に発生する振り力に対する耐久性に欠けるという問題点、及び、カートリッジを持ち運ぶ際に上部及び／又は下部の接着固定部を持たざるを得ないため取り扱い難いという問題点を有していた。

- さらに、WO98/28066号には、膜束外周を穴の開いた籠状体で包囲したカートリッジが開示されている。このカートリッジでは、ガスバブリング時の中空糸膜の振動が規制されているため洗浄効果が低く、十分な洗浄効果を得るためには多量のガスを導入する必要があるという問題点があった。
- 25

発明の開示

本発明は、ガスバブリング洗浄時に各中空糸膜の広がり及び／又は振動を最大

限に生ぜしめ、少量の導入ガス量でも中空糸膜の外表面に堆積した懸濁物を剥離しやすくするとともに、剥離した懸濁物を中空糸膜カートリッジの外に容易に排出でき、長期間にわたって安定した濾過運転が可能な中空糸膜カートリッジを提供すること、及び、それを用いた濾過装置用モジュール又は濾過装置を提供する

5 ことを目的とする。

本発明者らは、上記問題点を解決するために鋭意研究を重ねた結果、カートリッジヘッドと下部リングとを複数の棒又はパイプで連結固定したカートリッジが、その目的に適合し得ること、さらには、特定の引張弾性率を有する中空糸膜を使用することにより少ないガス量で充分な洗浄効果が得られることを見出し、この

10 知見に基づいて本発明を為すにいたった。

すなわち本発明は、下記の通りである。

(1) 複数本の中空糸膜からなり両端部が接着固定層で接着固定された中空糸膜束と、一方の端部の外周に液密に固定されたカートリッジヘッドと他方の端部の外周に液密に固定された下部リングとを有する中空糸膜カートリッジにおいて、

15 該カートリッジヘッドと該下部リングとが複数の棒又はパイプに連結固定されており、カートリッジヘッド側の端部において中空糸膜の中空部が開口し、下部リング側の端部において中空糸膜の中空部が封止され、かつ、下部リング側の接着固定層に複数の貫通穴が設けられ、該貫通穴が中空糸膜束内に配置されていることを特徴とする上記中空糸膜カートリッジ。

20 (2) 前記下部リングの端面が中空糸膜の端面より突き出している上記(1)記載の中空糸膜カートリッジ。

(3) 前記カートリッジヘッドが外周部にツバ部を有する上記(1)又は(2)記載の中空糸膜カートリッジ。

(4) 前記棒又はパイプが中空糸膜束の外周近傍に配置されている上記(1)～

25 (3)のいずれかに記載の中空糸膜カートリッジ。

(5) 前記棒又はパイプが、前記カートリッジヘッドと前記下部リングとに接着固定層で中空糸膜と共に接着されていることにより連結固定されている上記

(4)記載の中空糸膜カートリッジ。

(6) 中空糸膜がウェーブを有している上記(1)～(5)のいずれかに記載の

中空糸膜カートリッジ。

(7) 中空糸膜の引張弾性率が、10MPa以上90MPa未満である上記
(1)～(6)のいずれかに記載の中空糸膜カートリッジ

(8) 中空糸膜の引張弾性率が、10MPa以上70MPa以下である上記

5 (7) 記載の中空糸膜カートリッジ。

(9) 中空糸膜が弛んだ状態であり、弛緩率が0.1%以上10%以下である上記
(1)～(8)のいずれかに記載の中空糸膜カートリッジ。

(10) 下部リング側の接着固定層に設けられた前記複数の貫通穴が、各々の間に
中空糸膜が存在するように配置されている上記(1)～(9)のいずれかに記

10 載の中空糸膜カートリッジ。

(11) 下部リング側の接着固定層に設けられた前記複数の貫通穴が、内径2～
30mmである上記(1)～(10)のいずれかに記載の中空糸膜カートリッジ。

(12) 前記接着固定層を構成する接着剤が、使用温度範囲で硬度70D～30
Dの特性を有するウレタン樹脂である上記(1)～(11)のいずれかに記載の

15 中空糸膜カートリッジ。

(13) 上記(1)～(12)のいずれかに記載の中空糸膜カートリッジを用い
たラック型濾過装置用モジュール。

(14) 上記(1)～(12)のいずれかに記載の中空糸膜カートリッジを用い
たタンク型濾過装置。

20 (15) 前記中空糸膜カートリッジが懸垂して支持されている上記(14) 記載
のタンク型濾過装置。

図面の簡単な説明

図1はタンク型濾過装置に中空糸膜カートリッジが懸垂して支持された本発明
に係る中空糸膜カートリッジの実施形態の一例を示す断面説明図である。

25 図2は図1の中空糸膜カートリッジの下部リング接着固定部の構成を示す要部
拡大図である。

図3は公知の中空糸膜カートリッジの概略図である。

図4はタンク型濾過装置の処理水ヘッダー配管に、懸垂して固定された本発明
に係る中空糸膜カートリッジの実施形態の一例を示す断面説明図である。

BEST AVAILABLE COPY

図5はラック型濾過装置に用いるモジュールを構成するハウジングの実施形態の一例を示す断面説明図である。

図6はラック型濾過装置に用いるモジュール、即ち、図5に示したハウジングに本発明の中空糸膜カートリッジを収納した実施形態の一例を示す断面説明図である。

図7は中空糸膜カートリッジの下部リング接着固定部における貫通穴の配置に関する一例を示す断面説明図である。

図8は中空糸膜カートリッジの下部リング接着固定部における貫通穴の配置に関する他の一例を示す断面説明図である。

10 図9は図4におけるカートリッジヘッダーを装置配管に接続する場合の一実施態様を示す要部拡大説明図である。

図10は図8におけるカートリッジヘッダーを装置配管に接続する場合の一実施態様を示す要部拡大説明図である。

15 図11は直接原水に浸漬して吸引濾過する浸漬型濾過におけるカートリッジヘッダーを装置配管に接続する場合の一実施態様を示す要部拡大説明図である。
発明を実施するための最良の形態

本発明について、以下、図によって実施の形態を具体的に説明する。

図1はタンク型濾過装置に懸垂して支持された本発明にかかわる中空糸膜カートリッジの一実施態様を示す断面説明図、図2、図7及び図8は中空糸膜カートリッジの下部リング接着固定部の構成を説明するための説明図、図6はラック型濾過装置で用いられるモジュールにおける中空糸膜カートリッジの一実施態様を示す断面説明図、図9～図11はカートリッジヘッダーを装置配管に接続する場合の実施態様を示す断面説明図である。

25 本発明の中空糸膜カートリッジ4は、多数本の中空糸膜3a、連結パイプ3b、接着固定層11、カートリッジヘッド12、接着固定層14、及び下部リング13とから構成されている。

束ねられた中空糸膜3aと連結パイプ3bの一方の端部は、接着剤により中空糸膜どうしが一体的に結合されるとともにカートリッジヘッド12内に一体的に結合されて接着固定層11が構成されている。そして、カートリッジヘッド12

側の中空糸膜 3 a は端部が開口している。

束ねられた中空糸膜 3 a と連結パイプ 3 b の他方の端部は、接着剤により中空糸膜どうしが一体的に結合されるとともに下部リング 1 3 内に一体的に結合されて接着固定層 1 4 が構成されている。そして、下部リング側の中空糸膜 3 a の端部は封止されている。また、該接着固定層 1 4 には、図 2 に例示するように、原水及び洗浄用の気体を中空糸膜束内部に導入し、各中空糸膜外表面に効果的に接触させるため複数の貫通穴 1 4 a が形成されている。

中空糸膜カートリッジ 4 の直径は 3 0 mm ~ 8 0 0 mm で、好ましくは 8 0 mm ~ 8 0 0 mm である。中空糸膜カートリッジ 4 の長さは、3 0 0 mm ~ 3 0 0 0 mm の範囲が好ましい。

本発明では、カートリッジヘッド 1 2 と下部リング 1 3 とが 2 本以上の棒又はパイプで連結固定されているが、カートリッジヘッド 1 2 と下部リング 1 3 の間の中空糸膜 3 a の束の外周には、図 3 に例示するような従来のカートリッジにおける外筒がなく、この間の中空糸膜はほぼ全長に亘って露出している。なお、カートリッジヘッドと下部リングとを複数本の棒又はパイプで連結する方法は特に限定されないが、上記のように該棒又はパイプを接着固定層に包埋して固定するのが好ましい。

連結固定されていない場合は、ガスバブリングやフラッシングによる洗浄のさい、中空糸膜強度、中空糸膜本数、中空糸膜長さにもよるが、ガス流量や水量を上げていくと、ある一定量を超えると下部リングが浮上し、中空糸膜束が屈曲する。

連結固定する棒又はパイプが 1 本の場合は、応力が一点に集中し、更に横方向への曲げやねじりに対して弱い。特にカートリッジの直径が大きくなるとこの現象が顕著であり、長期間にわたって濾過運転を行う場合に支障を起こすことがある。

連結固定用の棒又はパイプの大きさとしては、相当直径 2 mm ~ 3 0 mm の範囲である。ここで相当直径は $4 \times (\text{流路断面積}) / (\text{周囲辺長})$ と定義される。連結固定用の棒又はパイプの形状は、三角形、四角形、六角形等の多角形、円形、楕円形、扇型、C 字型、又は星形等から選ばれる。特に、円形の形状のものが好

ましい。また、その数は、カートリッジの断面積や糸の本数にもよるが、2～30個である。

- 該棒又はパイプの大きさや本数は、使用時や取り扱い時にかかる機械的負荷に対して耐え得る程度に設定する必要があるが、過大に設定すると占有面積が大きくなり結果的に単位面積当たりの膜面積が小さくなってしまいうので、必要最小限に留めるのが望ましい。そのためには、複数本の棒又はパイプの配置が重要な因子となる。すなわち、ガスバブリングやフラッシング時に下からの力を均一に受けられる様に配置されることが好ましく、例えば、糸束の外周部に等間隔に配置したり、糸束中に分散して配置することが好ましい。中でも糸束の外周近傍に配置した場合、該棒又はパイプを把持して取り扱うことができるのでハンドリング性が格段に良くなるとともに、棒又はパイプの占有面積が小さくとも座屈や振り力に対する十分な機械的強度を確保することができるので、糸束の外周近傍に配置することが特に好ましい。ここで外周近傍とは、糸束最外周から糸束直径の1/4内側の範囲内をいう。

- 15 カートリッジヘッダー側接着層11、下部リング側接着層14と連結固定用棒又はパイプの固定は中空糸膜束と同時に接着剤で固定させる方法、カートリッジヘッダー及び下部リングにあらかじめ連結固定用の棒又はパイプを挿入する穴を開け、その穴に連結固定用棒又はパイプを挿入し、中空糸膜束と一緒に接着固定する方法、カートリッジヘッダー、下部リング外周部より固定する方法等が取り
20 得るが、中空糸膜と共に接着固定層に接着固定する方法が好適である。

本発明に用いられる中空糸膜3aとしては、孔径の点から、逆浸透膜、ナノ濾過膜、限外濾過膜、及び精密濾過膜を用いることができる。

- 該中空糸膜3aとしては、比較的少量のガス量で十分な洗浄効果が得られるので、柔軟な中空糸膜を選定することが好ましい。具体的には、中空糸膜の引張弾性率が10MPa以上90MPa未満であることが好ましく、より好ましくは10MPa以上70MPa以下、さらに好ましくは10MPa以上60MPa以下であることが特に好ましい。該引張弾性率は、下記の測定法で求められる値であり、膜の使用状態、即ち、湿润状態での測定値である。即ち、引張試験機を用いて、チャック間距離50mm、引張速度200mm/分の条件で引張り、伸度0.

1 %の時の荷重と伸度 5 %の時の荷重とから外挿して伸度 1 0 0 %の時の荷重を求め、該 1 0 0 %時荷重を中空糸膜の断面積で除して求めた。

- 中空糸膜 3 a の素材は特に限定されず、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアクリロニトリル、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリアミド、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ（4-メチルペンテン）、エチレン-ビニルアルコール共重合体、セルロース、酢酸セルロース、ポリフッ化ビニリデン、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体、ポリテトラフルオロエチレン等が挙げられ、また、これらの複合素材も使用できる。中でもポリエチレン、ポリプロピレン、エチレン-ビニルアルコール共重合体、セルロース、ポリフッ化ビニリデン等が、上記の引張弾性率の膜が得られ易い点から好ましい。

また、中空糸膜の形状としては、内径 $50\mu\text{m}$ ~ $3000\mu\text{m}$ 、好ましくは $500\sim 2000\mu\text{m}$ であり、内/外径比が $0.3\sim 0.8$ のものが好適に使用される。

- さらに、該中空糸膜はウェーブを有していることが好ましい。ガスバブリングを行って中空糸膜外表面に付着した堆積物を洗浄除去する際に、中空糸膜同士やハウジング内壁面との接触によって中空糸膜表面が擦過してしまい、透水性能が低下する現象が起こる場合があるが、該中空糸膜がウェーブを有していると接触面積を減少できるため擦過による透水性能の低下を著しく減少することができる。
- また、該中空糸膜がウェーブを有している場合、膜の表面から洗浄除去した堆積物が膜束中から排出性し易くなるという効果が発揮される。

- このウェーブのつき方、即ち、ウェーブ度合いは中空糸束の捲縮度で表現され、該捲縮度が 1.5 以上 2.5 未満であることが好ましい。該捲縮度が 1.5 未満では擦過現象の抑制や堆積物の排出性が十分でなく、2.5 以上では、束外径が大きくなりカートリッジの接着固定部が大きくなってしまう等の不利な点を招くことになる。ここでいう捲縮度とは、1000 本の中空糸膜を束ねて整えた後に、端部にパネ秤を取り付けた厚さ $200\mu\text{m}$ 、幅 40mm の PET フィルムを該中空糸膜束に巻きつけ、パネ秤を引っ張って 1kg 重の荷重を印加した状態で該中空糸膜束の周長を測定し、下式で計算して求めた値である。

捲縮度 = (周長 [m] / π)² / ((中空糸膜外径 [m])² × 中空糸膜本数)

また、本発明のカートリッジにおいては、中空糸膜がやや弛んだ状態で固定されていることが好ましい。この弛み状態は下記の弛緩率で表現され、弛緩率が0.

- 5 1～10%であることが好ましく、1～5%が特に好ましい。該弛緩率が0.1%未満では、ガスバブリング時の中空系の振動が制約され、膜面洗浄効果が低下する傾向が強くなり、10%を超えると中空糸膜間の距離がいたずらに大きくなるため、気泡との接触効率が低下して膜面洗浄効果が低下する傾向が出てくる。

- この弛緩率とは、カートリッジを水平状態に保った状態で含水状態の中空糸膜
10 束の自重による撓み距離L2を測定し、該L2を棒又はパイプで固定されたカートリッジヘッドと下部リング各々の接着剤界面(カートリッジ中央側の表面)間の距離L1で除した百分率であり、下式で表される。

$$\text{弛緩率} = (L2 / L1) \times 100$$

- 本発明に用いられる接着剤としては、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、エポキシ
15 アクリレート樹脂、シリコン樹脂等の高分子材料が好ましい。中でも、ウレタン樹脂は比較的短時間で反応が完結するので特に好ましい。また、これらの接着剤で固定化されたカートリッジヘッドでは、使用中に生じる差圧に耐え得る耐圧性を有することが必要であり、そのためには適度な硬さを有していることが望ましい。一方、ガスバブリング時の振動によって中空糸膜の接着界面で膜破断が起
20 くる場合があるが、適度な柔らかさを有した接着剤を使用することによって、この膜破断を防止することができる。したがって、使用上必要充分な耐圧性を付与し、かつ、膜破断を防止するためには、使用温度範囲で硬度30D～70Dの特性を有する接着剤を使用することが好ましい。なお、ここでいう硬度は、ショア硬度計を実質的に平滑な面を有する試料面に押し当てた時に、10秒後に示した値を
25 いう。この値が70Dを超えると中空糸膜との接着界面で膜破断が起こる傾向が強くなる。また、30D未満では耐圧性が不足して接着固定部が破損してリークを起こす場合がある。

接着方法としては、遠心接着法や静置接着法等の公知の方法等が用いられる。接着剤の硬化収縮や強度を改善したい場合には、上記接着剤にガラスファイバー、

カーボンファイバー等の繊維状物、カーボンブラック、アルミナ、シリカ等の微粉体を含有させてもよい。

本発明に用いられるカートリッジヘッド12、下部リング13、連結棒及びパイプ3bの素材は、特に限定されず、また、同一でも異なってもよいが、熱可塑性樹脂やステンレス鋼、FRP等の複合材料が好ましく用いられる。

熱可塑性樹脂としては、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリアミド、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ(4-メチルペンテン)、ポリフッ化ビニリデン、エチレン-テトラフルオロエチレン共重合体、ポリテトラフルオロエチレン、ポリカーボネート、アクリロニトリル-ブタジエンスチレン共重合体(ABS樹脂)、ポリフェニレンエーテル、等が用いられる。ステンレス鋼としては、SUS304、SUS316等が用いられる。

カートリッジヘッド12は、中空糸膜カートリッジ4をタンク型濾過装置又はラック型濾過装置のモジュールハウジングに懸垂する際の固定部となり、また、原水と濾水を分離するシール部となるため、カートリッジヘッド12は懸垂、固定、シールの構造に合わせた形状で作製される。例えば、外周部に段差を設けたり、溝を設けたり、径方向外側に突き出したツバ部を設けたりしてもよい。その好適な例を図9～図11に示す。

また、カートリッジヘッド12の径方向の断面形状は、円形のほか、四角形、六角形、楕円形等であってもよいが、カートリッジヘッド12と接着固定部とのシール性や濾過タンクの製作の容易さから円形が好ましい。

本発明の下部リング側の接着固定層14に設けられた貫通穴14aは、接着固定層自体に開けられた穴で、貫通穴の大きさとしては、相当直径2mm～30mmの範囲が好ましく、5mm～25mmの範囲が特に好ましい。2mm未満では供給水中の懸濁物質が付着し閉塞してしまう場合がある。特に、活性汚泥処理水のような高濃度の懸濁物質を含む水を処理する場合には、この傾向が強くなるので5mm以上にすることが望ましい。また、30mmを超える場合には、膜束全体に均一に気泡を導入し難くなり、ガスの利用効率が低下する傾向がある。ここで相当直径は $4 \times (\text{流路断面積}) / (\text{周囲辺長})$ と定義される。貫通穴の形

状は、三角形、四角形、六角形等の多角形、円形、楕円形、扇型、C字型、又は星形等任意である。

また、その穴の数は、カートリッジの断面積や糸の本数にもよるが、2～300個程度であり、好ましくは5～100個、より好ましくは10～60個の範囲である。

ある接着固定断面について見た場合の貫通穴の配置としては、貫通穴が中空糸膜束内にあることが必要である。膜束外部に貫通穴を配置した場合には、貫通穴から上昇する気泡と中空糸膜との接触が十分に行われず、供給したガスの利用効率が低下する。貫通穴の配置としては、一つの貫通穴と他の少なくとも1つの貫通穴との間には必ず中空糸膜が存在するように分散配置するのが特に好ましく、中空糸膜束の中心部に多く設けることが更に好ましい。例えば多重円と放射状線との交点、格子の交点、又は、多数の正三角形の頂点の位置などに、接着固定断面上に分散するように貫通穴を設けることが好適である。図7には、膜束内に放射状に貫通穴を配置し、ある一つの貫通穴について見たとき、ある一対の貫通穴の間に必ずしも中空糸膜が存在しないが、他の一対の貫通穴の間には中空糸膜が存在する例を示す。このような配置にして貫通穴間に適度な空間を設けることによって、例えばラック型濾過装置用のモジュールにおいて、ガスバブリング後に供給水入口から剥離した懸濁物を効果的に排出することができる。また、図8には、いずれの対の貫通穴の間にも中空糸膜が存在するように配置した例を示す。

このような貫通穴の配置によって、導入するガスの利用効率を高めることができ、少量のガスでも必要な洗浄効果を得ることができる。

本発明では、下部リング13は、好ましくは中空糸膜3aの端部より突き出してスカート部を形成し、中空糸膜束の外周に固定され、接着固定層と下部リングで囲まれたガス層14bを形成する。下部リング13の中空糸膜端面から突き出した長さは、カートリッジの直径、供給される気体量や、貫通穴の直径と数によるが、気体の散逸を防ぐためには5mm～200mmであることが好ましい。長すぎるとカートリッジの全長が長くなり無駄なスペースができるので好ましくない。短すぎると、カートリッジに供給された気体が有効に貫通穴へ導かれず、横方向に散逸する傾向がでてくる。なお、スカート部の下部は開放状態としてその

下方からガスを導入することができるし、また、スカート部の下部を密閉状態とするための着脱可能な蓋を接合し、該蓋及び／又は該スカートを形成する突き出し部に直接ガス供給手段を接合してガス層 1 4 b にガスを導入することもできる。

下部リング 1 3 の径方向の断面形状は、円形のほか、四角形、六角形、楕円形等であってもよいが、濾過タンクにカートリッジを装着する場合は、カートリッジヘッドの形状と同じ形状にすることが好ましく、特に円形が好ましい。

本発明の中空糸膜カートリッジは、以下のようにして製造することができる。一方の端部中空部を目止めした中空糸膜束と連結固定用パイプを、カートリッジヘッド 1 2 に挿入し、接着剤を流し込んで中空糸膜同士、連結固定用パイプ、及び、中空糸膜束とカートリッジヘッド 1 2 とを液密的に接着固定し、中空糸膜と接着固定層を一緒に切断して中空糸膜端部を開口させる。

他方の中空糸膜端部は、中空部を目止めせずに、連結固定用パイプと一緒に下部リングに挿入し、更に中空糸膜束内に貫通穴 1 4 a を形成するための所定の棒、パイプ又は板をセットする。そして、下部リング 1 3 内に接着剤を流し込んで中空糸膜同士、連結固定用パイプ、及び中空糸膜束と下部リング 1 3 とを接着固定する。この時中空糸膜端部の中空部は同時に接着剤により封止される。その後、貫通穴 1 4 a 形成用の棒、パイプ又は板等を接着固定層から取り出して貫通穴 1 4 a を形成する。

また、中空糸膜束内に貫通穴 1 4 a 形成用の棒、パイプ、又は板をセットして接着固定し、貫通穴 1 4 a 形成用治具を取り出した後で、接着固定層の外周に下部リング 1 3 を接着、又は溶接により固定してもよい。

つぎに、本発明に係る中空糸膜カートリッジを懸垂、固定したタンク型濾過装置の例（図 1）を説明する。

図 1 において、1 は原液を供給して濾過を行うタンク型濾過装置であり、例えば、河川水、湖沼水、地下水、海水、又は、生活排水、工場排水等大量の原水を除濁、除菌する水処理に適用することができる。

タンク式濾過装置 1 の濾過タンク 2 は、タンク本体 2 a と蓋 2 b とから構成され、タンク本体 2 a の内壁部の所定の高さの位置に仕切板 6 が溶接等により液密的に固定されている。タンク本体 2 a と仕切板 6 とにより形成された空間により

供給水室 7 が形成される。また、パッキン 9 を介して仕切板 6 と蓋 2 b とにより形成された空間により処理水室 10 が形成される。

- 濾過タンク 2 の内部は、上記のように濾過タンク 2 に固定された仕切板 6 によって 2 室に分割され、この仕切板 6 に、本発明に係る中空糸膜カートリッジ 4 が
5 その一端を支持された状態で供給水室 7 内に懸垂している。

中空糸膜カートリッジ 4 を懸垂して支持する仕切板 6 は、中空糸膜カートリッジと水圧による荷重に対抗し得る強度を有する所定の厚さで構成され、中空糸膜カートリッジ 4 が挿入される複数の貫通穴 6 a が所定位置に形成されている。

- 仕切板 6 の貫通穴 6 a の下部には該貫通穴 6 a の径方向内側に突出する突出部
10 6 b が形成され、該突出部 6 b に中空糸膜カートリッジ 4 の上端外周部に設けられたカートリッジヘッド 1-2 の下端部が当接して該中空糸膜カートリッジ 4 を懸垂して支持するようになっている。他の実施態様として、カートリッジヘッドに径方向外側に突出したツバ部を設け、ツバ部下面と仕切板 6 の上面がガスケットを介して当接して中空糸膜カートリッジを懸垂して支持するようにしてもよい。

- 15 なお、仕切板 6 の貫通穴 6 a の壁面に設けられた溝部 6 c には O リング 15 が嵌入されており、この O リング 15 にカートリッジヘッド 1 2 の外部壁面が圧接することによりカートリッジヘッド 1 2 が仕切板 6 に対して液密的に取り付けられる。なお、O リング 15 を嵌入する溝部をカートリッジヘッド 1 2 側に設けてもよい。

- 20 また、カートリッジヘッド 1 2 の上端面は仕切板 6 の貫通穴 6 a の壁面に対して着脱可能に設けられた係止部材 16 により係止され、これによってカートリッジヘッド 1 2 が仕切板 6 に固定され、中空糸膜カートリッジ 4 が安定して濾過タンク 2 内部に收容される。

- 上記構成において、タンク型濾過装置 1 による濾過運転時には、ポンプ（図示
25 されていない）により濾過タンク 2 のタンク本体 2 a の下部に設けられた供給水入口 2 c から供給水室 7 に供給された原水は、該供給水室 7 に充満し、各中空糸膜 3 a の外周面に導かれる。

各中空糸膜 3 a の外周部近傍の原水は、中空糸膜 3 a の外部から内部に加圧濾過され、その濾水は中空糸膜 3 a の開口された上端部から処理水室 10 に導かれ

る。処理水室10に收容された濾水は、蓋2bの上部に設けられた処理水取出口2dから濾水タンク2の外部に取出される。

- 5 5 他の運転方法として、供給水室7に原水を充填させながら、処理水取出口2dから吸引ポンプ（図示されていない）により処理水室10を吸引し陰圧にして濾過する方法も適用できる。

中空糸膜3aを濾水により逆洗する場合は、処理水取出口2dから濾水を供給して供給水室7に逆流させ、中空糸膜3a外壁に蓄積した懸濁物質（非透過物）を排除して、供給水入口2cから濾過タンク2の外部に排出する。

- 10 10 また、中空糸膜3aをガスバブリングする場合は、供給水室7に原水を満たした状態で、まずタンク本体2aの下部に設けられたガス供給口2fから供給水室7にガスを供給する。ガスは、ノズル5aから原水が満たされた供給水室7の内部に気泡状となって流入し、各下部リング13から接着固定層14の貫通穴14aを通過して各中空糸膜3aを振動させて中空糸膜3aの表面に付着している懸濁物を剥離する。なお、供給水室7の上部に溜まるガスは、タンク本体2aの上部に設けられたガス排出口2gから濾過タンク2の外部に排出される。また、上記ガスバブリングにおいて中空糸膜カートリッジ4はカートリッジヘッド側接着固定層12と下部リング側接着固定層14がSUSパイプ3bで連結固定されているため、ガス流量にかかわらず下部リングが浮上することなく、下部リング13がノズル5aより外れることもなく、良好な洗浄が行われる。

- 20 20 上記ガスバブリング運転では、例えば、まず、供給水室7内に原水を張った状態、即ち、供給水室7内で原水が静止して滞留している状態で、空気又は窒素ガス又は酸素ガスを供給する。そして、ガスバブリング後、前述した逆洗運転を行い、処理水取り出し口2dから供給された濾水によって、上述のように剥離した懸濁物質を押し流す。剥離した懸濁物質を含む濾水は、供給水入り口2cから濾過タンク2の外部に排出され、廃液タンク（図示せず）に收容される。

ガスバブリング運転と逆洗運転の順序は、どちらが先でもよく、また、同時運転を行ってもよいが、逆洗とガスバブリングとを同時に行う場合、中空糸膜の振動に付随して起こりがちな膜面の擦過を防止することができて好適である。なお、上記の逆洗運転とガスバブリング運転の頻度は、濾過運転の安定性を見ながら決

めることが望ましい。

次に、中空糸膜カートリッジを処理水ヘッダー配管に懸垂、固定したタンク型濾過装置の例（図4）を説明する。

- 図4において、中空糸膜カートリッジ4はカートリッジヘッド12の外周部に
- 5 設けられたカートリッジヘッドツバ12aにより、処理水ヘッダー配管17から分岐した枝管18に、ガスケット19を介してクランプ20により懸垂し、固定されている。

- 上記構成において、タンク型濾過装置1による濾過運転時には、ポンプ（図示せず）により濾過タンク2のタンク本体2aの下部に設けられた供給水入口2c
- 10 から供給水室7に供給された原水は、該供給水室7を充満し、各中空糸膜3aの外周面に導かれる。各中空糸膜3aの外周部近傍の原水は、中空糸膜3aの外周から内部に加圧濾過され、その濾水は中空糸膜3aの開口された上端部から枝管18を
- 15 通って処理水ヘッダー配管17に導かれる。処理水ヘッダー配管内の濾水は、タンク本体2aに設けられた処理水出口2dから濾過タンク2の外部に排出される。

中空糸膜3aで濾過されない濃縮水は、濾過タンク2の上部に設けられた蓋2bの濃縮水出口2gより濾過タンク2の外部に排出される。

- 中空糸膜3aを濾水により逆洗する場合は、処理水取出口2dから濾水を供給して供給水室7に逆流させ、中空糸膜3a外壁に蓄積した懸濁物質（非透過物）
- 20 を排除して濃縮水出口2gから濾過タンク2の外部に排出する。

- また、中空糸膜カートリッジ4をガスバブリングする時は、供給水室7に原水を満たした状態で、まず、タンク本体2aの下部に設けられたガス供給口2fから供給水室7にガスを供給する。ガスはノズル5aから供給水室7の内部に気泡状となって流入し、各下部リング13から接着固定層14の貫通穴14aを通過
- 25 して各中空糸膜3aの外周側面に導かれ、各中空糸膜3a束内の水を攪拌すると共に各中空糸膜3aを振動させて中空糸膜3aの表面に付着している懸濁物を剥離する。中空糸膜3aを振動させたガスは、蓋2bに設けられた濃縮水出口2gから濾過タンク2の外部に排出される。

上記のガスバブリング運転と逆洗運転の順序は、どちらが先でもよく、また、

同時運転を行ってもよいが、逆洗とガスバブリングとを同時に行う場合、中空糸膜の振動に付随して起こりがちな膜面の擦過を防止することができて好適である。

なお、上記の逆洗運転とガスバブリング運転の頻度は、濾過運転の安定性を見ながら決めることが望ましい。

- 5 上記ガスバブリングにおいて中空糸膜カートリッジ4はカートリッジヘッド側接着固定層12と下部リング側接着固定層14がSUSパイプ3bで連結固定されているため、ガス流量にかかわらず下部リングが浮上することもなく、下部リング13がノズル5aより外れることもなく、良好な洗浄が行われる。

つぎに、本発明に係る中空糸膜カートリッジを懸垂、固定したラック型濾過装

- 10 置用モジュールの例（図5及び6）を説明する。なお、本発明でいうモジュールとは、少なくとも供給水入口及び上部に開口部を有するハウジングと中空糸膜カートリッジとから構成されており、該中空糸膜カートリッジが該ハウジング内に挿入され、ハウジングの上部の開口部に液密的に脱着可能な状態で固定されている組立体をいう。

- 15 ハウジング21aは、下部に供給水入口2cを有し、上部に濃縮水ノズル22を設けたハウジングヘッド21bを有している。又はハウジングヘッドは2重管構造になっており、内壁にはヘッド開口部があつて外壁内側との空間部を介して濃縮ノズル22に連通している。カートリッジは内壁の内側に収容される。

- 20 本発明の中空糸膜カートリッジは、該ハウジングに上部から挿入され、該カートリッジのツバ部12aによりハウジングヘッド上端にガスケット又はOリングを介して液密的に固定される。また、該カートリッジのツバ部12aと処理水出口2dを有するキャップ24とはOリング25を介して液密的に固定される。なお、ハウジングヘッド21bと該ツバ部12a及びキャップ24は、ハウジングナット23により一体的に固定される。

- 25 上記構成において、ラック型濾過装置による濾過運転時には、ポンプにより供給水配管（図示されていない）を介して供給水入口2cからハウジング21a内に供給された原水は、下部リング13内に充満し、貫通穴14aを通過して各中空糸膜3aの外周面に導かれる。

各中空糸膜3aの外周部近傍の原水は、中空糸膜3aの外部から内部に加圧濾

過され、その濾水は中空糸膜 3 a の開口された上端部からキャップ 2 4 内に導かれる。キャップ 2 4 内に導かれた濾水は、処理水取出口 2 d からラック型装置の濾水配管（図示していない）を介しての外部に取出される。なお、各中空糸膜 3 a の外周面に導かれた原水は、その一部をヘッド開口部 2 7 を介して濃縮ノズル 2 2 へ導き濃縮水出口 2 g から装置の循環タンク或は原水タンク（図示していない）に返送することもできる。

中空糸膜 3 a を濾水により逆洗する場合は、処理水取出口 2 d から濾水を供給してハウジング 2 1 a 内に逆流させ、中空糸膜 3 a 外壁に蓄積した懸濁物質（非透過物）を排除してヘッド開口部 2 7 を通って濃縮ノズル 2 2 から外部へ排出する。また、逆流させた濾水によって洗浄を行った懸濁物含有液は、下部リング 1 3 にある貫通口 1 4 a を通して下部の供給水口 2 c から排出することもできる。

また、中空糸膜 3 a をガスバブリングする場合は、ハウジング 2 1 a 内に原水又は濾水を満たした状態で、まず供給水入口 2 c の下部に接続された配管に設けられたガス供給口（図示していない）から下部リング 1 3 にガスを供給する。供給されたガスは、下部リング 1 3 の下方に設けられたスカート部に滞留しつつ接着固定層 1 4 の貫通穴 1 4 a を通過し、各中空糸膜 3 a を揺動させて中空糸膜 3 a の表面に付着している懸濁物を剥離する。なお、ガスバブリング中に上記の逆洗を同時に行い、洗浄水を濃縮水ノズル 2 2 を介して外部へ排出することもでき、この場合中空糸膜の振動に付随して起こりがちな膜面の擦過を防止することができて好適である。

ついで、必要に応じてフラッシングを行うこともできる。ここでいうフラッシングとは、上記のガスバブリングで剥離した懸濁物を外部へ排出する工程をいう。該フラッシングは、原水を供給水入口 2 c から導入して濃縮水ノズル 2 2 から排出する方法で通常行われる。

上記ガスバブリングにおいて中空糸膜カートリッジ 4 はカートリッジヘッド側接着固定層 1 2 と下部リング側接着固定層 1 4 が SUS パイプ 3 b で連結固定されているため、ガス流量にかかわらず下部リング 1 3 が浮上することもなく、良好な洗浄が行われる。

以下に本発明のカートリッジに関する具体的な実施例を示す。

中空糸膜A

平均一次粒径 $0.016\mu\text{m}$ 、比表面積 $110\text{m}^2/\text{g}$ の疎水性シリカ（日本
アエロジル製：アエロジルR-970（商品名）） $23\text{wt}\%$ 、フタル酸ジオク
チル $30.8\text{wt}\%$ 、フタル酸ジブチル $6.2\text{wt}\%$ をヘンシェルミキサーで混
5 合し、これに重量平均分子量 242000 のPVdF（呉羽化学工業製：クレハ
KFポリマー#1000（商品名）） $40\text{wt}\%$ を添加し再度変シエルミキサー
で混合した。

該混合物を $30\text{mm}\phi$ の二軸押し出し機に中空糸状紡口を取り付けた中空糸製
造装置にて空中を経て 40°C の水槽中に $20\text{m}/\text{分}$ の速度で溶融押し出しして中
10 空糸状に成形した。該成形物を連続的に可変な隙間を有するスポンジベルト式引
き取り機で $20\text{m}/\text{分}$ の速度で引き取り、空間温度 40°C に制御した加熱槽を経
由して、 $40\text{m}/\text{分}$ の同様なスポンジベルト式引き取り機で引き取り 2.0 倍に
延伸した。さらに、空間温度 80°C に制御した加熱槽を経由し、冷却水槽の水面
に位置する一對の凹凸ロールで中空糸膜を連続的に挟んで冷却した後にスポンジ
15 ペルト式引き取り機で $30\text{m}/\text{分}$ の速度で引き取って 1.5 倍まで延伸糸を収縮
させた後、カセで巻き取った。

次いで、巻き取った中空糸膜を 30°C の塩化メチレン中に1時間浸漬を3回繰
り返してフタル酸ジオクチル、フタル酸ジブチルを抽出した後、乾燥させた。つ
いで、 50% エタノール水溶液に30分間浸漬し、さらに、水中に移して30分
20 間浸漬して中空糸膜を水で濡らした後、 40°C の 5% 苛性ソーダ水溶液に1時間
浸漬することを2回繰り返して疎水性シリカを抽出し、 60°C の温水で12時間
洗浄して乾燥した。

得られた中空糸膜は、外径 1.25mm 、内径 0.65mm で、純水透水量
 $6000\text{リットル}/\text{m}^2/\text{時間}/0.1\text{MPa}$ 、引張弾性率 19.6MPa であり、
25 捲縮度 1.68 であった。

中空糸膜B

上記の中空糸膜Aをオープン中で 140°C 2時間の加熱処理を行った。得られ
た中空糸膜は、外径 1.24mm 、内径 0.65mm で、純水透水量 $5300\text{リ
ットル}/\text{m}^2/\text{時間}/0.1\text{MPa}$ 、引張弾性率 40.2MPa であり、捲縮度

1. 72であった。

中空糸膜C

WO 00/63122号公報記載の方法により、例1のPVdF製中空糸膜を製造した。該中空糸膜は、引張弾性率が77.3MPaであり、捲縮度が1.74のウェーブを有していた。

中空糸膜D

WO 97/03677号公報記載の方法により、例1のポリスルホン製中空糸膜を製造した。該中空糸膜は、引張弾性率が100MPaであり、ウェーブがないストレート状であって、捲縮度1.45であった。

10 中空糸膜E

特開平03-42025号公報記載の方法により、例1のポリエチレン製中空糸膜を製造した。該中空糸膜は、引張弾性率が50MPaであり、ウェーブがないストレート状であって、捲縮度1.47であった。

実施例1

- 15 6400本の上記中空糸膜Bを用い、図10に示す平型ツバ部を有するカートリッジヘッドと、図8に示す11mmφの貫通穴26ヶを有し、長さ40mmの突き出し部を有する下部リング、及び、外径10mm、肉厚1mmのSUS製パイプ2本とからなるカートリッジを作製した。該パイプは図8に示すように中空糸膜束内最外周部に配置し、該中空糸膜と二液性熱硬化型ウレタン樹脂（サンユ
- 20 レック製：SA-6330A2/SA-6330B5（商品名））を用いて接着固定した。なお、カートリッジヘッド及び下部リングはABS製であり、該接着剤は5℃及び40℃でのショア硬度が各々65D、40Dである。

- 該カートリッジヘッドと下部リングの外径は、各々167mm、150mmであり、カートリッジヘッド部及び下部リングにおける接着厚みが、各々65mm、
- 25 30mmである。また、中空糸膜の有効長は2010mmであり、膜の弛緩率は4%であった。

該カートリッジは、2本のパイプを把持して容易に持ち運ぶことができた。

図5に示すハウジング内に該カートリッジを収納し、ハウジングナットを用いてキャップを接合した。接合にあたっては、図10に示すようにしてハウジング

及びキャップとカートリッジヘッドと間に2つのOリングを介して液密的に固定した。

上記のモジュールをラック装置に取り付け、富士川の水を原水とした濾過試験を行った。運転条件を以下に示す。

- 5 濾過水量：2.7 m³/日
濃縮水量：濾過水量の1/2倍
逆洗水量：濾過水量の1.5倍
ガス（空気）流量：0.3 ml/秒/本一膜
フラッシング水量：2 m³/時間
- 10 運転サイクル：濾過28.5分ー逆洗/ガスバブリング（同時）1分ーフラッシング0.5分

なお、逆洗時には、逆洗水に次亜塩素酸ナトリウムを4 mg/リットルの割合で添加して供給した。

- 運転中の逆洗後の膜間差圧（20℃換算値、以下の実施例でも同様）は、48
- 15 時間後までに暫増して40 kPaに達し、それ以降安定に推移して1000時間後でも40～45 kPaであった。

なお、運転期間中の水温は8℃～13℃であり、平均濁度は3 ppmであった。

1000時間の運転後、カートリッジを取出して中空糸膜やカートリッジの接着部を観察したが、何ら異常はなかった。

20 実施例2

中空糸膜Cを用い、カートリッジヘッドを図9に示すフェルール型にした他は実施例1と同様にしてカートリッジを作製した。該カートリッジにおける中空糸膜の弛緩率は2%であった。

- 該中空糸膜カートリッジを図4に示すようなタンク型装置に取り付け、濾過実
- 25 験を行った。運転条件を以下に示す。

濾過水量：2.4 m³/日
濃縮水量：濾過水量の1/2倍
逆洗水量：濾過水量の1.5倍
ガス（空気）流量：0.3 ml/秒/本一膜

フラッシング水量：3 m³ / 時間

運転サイクル：濾過 28 分ー逆洗 / ガスバブリング（同時） 1 分ーフラッシング 1 分

5 なお、逆洗時には、逆洗水に次亜塩素酸ナトリウムを 4 mg / リットルの割合で添加して供給した。

運転中の逆洗後の膜間差圧は、48 時間後までに暫増して 60 kPa に達し、それ以降安定に推移して 1000 時間後でも 65 ~ 70 kPa であった。

なお、運転期間中の水温は 12℃ ~ 16℃ であり、平均濁度は 3 ppm であった。

10 1000 時間の運転後、カートリッジを取出して中空糸膜やカートリッジの接
—— 着部を観察したが、何ら異常はなかった。——

実施例 3

中空糸膜 A を用い、カートリッジヘッドを図 9 に示すフェルール型にし、10 mm φ の FRP 製丸棒 4 本を用いた他は実施例 1 と同様にしてカートリッジを作
15 製した。該丸棒は中空糸膜束を 4 等分した位置であり、かつ、最外周の位置に配置した。該カートリッジにおける中空糸膜の弛緩率は 5 % であった。

該カートリッジは、対向する 2 本の丸棒を把持して容易に持ち運ぶことができた。

実施例 2 と同様にしてタンク型濾過装置での濾過実験を行った。

20 運転中の逆洗後の膜間差圧は、48 時間後までに暫増して 40 kPa に達し、それ以降安定に推移して 1000 時間後でも 40 ~ 45 kPa であった。

なお、運転期間中の水温は 14℃ ~ 18℃ であり、平均濁度は 3 ppm であった。

25 1000 時間の運転後、カートリッジを取出して中空糸膜やカートリッジの接
着部を観察したが、何ら異常はなかった。

実施例 4

カートリッジヘッドを図 11 に示すねじ山付き型にし、下部リングの突き出し部の長さを 100 mm、接着剤として二液性熱硬化型ウレタン樹脂（サンユレック製：SA-6330A2 / SA-6330B4（商品名））を使用した他は実

施例 1 と同様にしてカートリッジを作製した。該接着剤は 5℃及び 40℃でのショア硬度が各々 52D、35D である。また、該カートリッジにおける中空糸膜の弛緩率は 4% であった。

- 5 該中空糸膜カートリッジを図 11 に示すようにして配管に接続し、原水水槽に浸漬して吸引濾過を行った。なお、該カートリッジの下部リングの突き出し部には、該突き出し最下端部から 10mm のところに貫通穴を設け、該貫通穴にエア供給用のノズルを差込んで固定して、スカート内に直接エアーを供給できるようにした。運転条件を以下に示す。

濾過水量：2.7m³/日

- 10 逆洗水量：濾過水量の 1.5 倍

ガス(空気)流量：0.3m³/秒/本膜

運転サイクル：濾過 18 分ー逆洗/ガスバブリング (同時) 1 分ードレイン 0.5 分ー原水供給 0.5 分

- 15 (即ち、所定時間の濾過の後に逆洗とガスバブリングを同時に行い、次いで、原水水槽中の液を外部に排出した後に原水を供給して原水水槽を満水状態にし、その後濾過を開始するサイクルである。)

なお、濾過中は濾過水量と同量の原水を連続的に原水水槽に供給した。また、逆洗時には、逆洗水に次亜塩素酸ナトリウムを 4mg/リットルの割合で添加して供給した。

- 20 運転中の逆洗後の吸引圧は、48 時間後までに暫増して 50kPa に達し、それ以降安定に推移して 1000 時間後でも 50~55kPa であった。

なお、運転期間中の水温は 12℃~16℃であり、平均濁度は 5ppm であった。

- 25 1000 時間の運転後、カートリッジを取出して中空糸膜やカートリッジの接着部を観察したが、何ら異常はなかった。

実施例 5

3mmφの貫通穴 200ヶを下部リングの中空糸膜束内に均等に配置にした他は実施例 4 と同様にしてカートリッジを作製した。該カートリッジにおける中空糸膜の弛緩率は 4% であった。

実施例4と同様にして濾過実験を行った。この運転期間中の水温は 12°C ～ 16°C であり、平均濁度は 5 ppm であった。

運転中の逆洗後の吸引圧は、48時間後までに暫増して 50 kPa に達し、それ以降安定に推移し、500時間後では 55 kPa であった。その後も暫増する傾向がみられたが1000時間後でも 65 kPa であった。

1000時間の運転後、カートリッジを取り出して中空糸膜やカートリッジの接着部を観察したところ、特に異常はなかった。

実施例6

カートリッジヘッドと下部リングの外径が、各々 90 mm 、 78 mm であり、
10 カートリッジヘッド部及び下部リングにおける接着厚みが、各々 30 mm 、 20 mm 、中空糸膜Bが1-6-0-0本、接着剤として二液性熱硬化型ウレタン樹脂（日本ポリウレタン製：KC-374/KN-575（商品名））を使用した他は実施例2と同様にしてカートリッジを作製した。なお、貫通穴は下部リングの中心から 19 mm の円周を6等分した位置に6ヶ配置した。また、該接着剤は 5°C 及び
15 40°C でのショア硬度が各々 50 D 、 38 D である。該カートリッジにおける中空糸膜の有効長は 940 mm であり、中空糸膜の弛緩率は 3% であった。

該中空糸膜カートリッジを図4に示すようなタンク型装置に取り付け、濾過実験を行った。運転条件を以下に示す。

濾過水量： $2.4\text{ m}^3/\text{日}$

20 濃縮水量：濾過水量の $1/2$ 倍

逆洗水量：濾過水量の 1.5 倍

ガス（空気）流量： $0.2\text{ ml}/\text{秒}/\text{本}-\text{膜}$

フラッシング水量： $0.7\text{ m}^3/\text{時間}$

運転サイクル：濾過28分—逆洗／ガスバブリング（同時）1分—フラッシング
25 1分

なお、逆洗時には、逆洗水に次亜塩素酸ナトリウムを $4\text{ mg}/\text{リットル}$ の割合で添加して供給した。

運転中の逆洗後の膜間差圧は、48時間後までに暫増して 50 kPa に達し、それ以降安定に推移して1000時間後でも $55\sim 60\text{ kPa}$ であった。

なお、運転期間中の水温は 12°C ～ 16°C であり、平均濁度は 3 ppm であった。

1000時間の運転後、カートリッジを取出して中空糸膜やカートリッジの接着部を観察したが、何ら異常はなかった。

5 実施例 7

中空糸膜Dを使用した他は実施例6と同様にしてカートリッジを作製した。該カートリッジにおける中空糸膜の弛緩率は 0.5% であった。

実施例6と同様にして濾過実験を行った。

10 運転中の逆洗後の膜間差圧は、48時間後までに暫増して 40 kPa に達し、それ以降も暫増して500時間後には 90 kPa に、1000時間後には 140 kPa に達した。

なお、運転期間中の水温は 12°C ～ 16°C であり、平均濁度は 3 ppm であった。

15 1000時間の運転後、カートリッジを取出して中空糸膜やカートリッジの接着部を観察したが、何ら異常はなかった。

実施例 8

中空糸膜Eを使用した他は実施例1と同様にしてカートリッジを作製した。該カートリッジにおける中空糸膜の弛緩率は 3% であった。

実施例1と同様にして濾過実験を行った。

20 運転中の逆洗後の膜間差圧は、48時間後までに増加して 80 kPa に達したが、それ以降は暫増して500時間後では 100 kPa に、1000時間後では 130 kPa に達するにとどまった。

なお、運転期間中の水温は 12°C ～ 10°C であり、平均濁度は 3 ppm であった。

25 1000時間の運転後、カートリッジを取出して中空糸膜やカートリッジの接着部を観察したが、何ら異常はなかった。

実施例 9

実施例1と同様にしてカートリッジを作製し、該カートリッジのガスバブリングにおける耐久性を評価するための加速試験を行った。実施例1の濾過運転にお

ける濾過時間を2分にした他は実施例1と同様な運転サイクルとした。また、濾水と濃縮水及び逆洗時の洗浄水を原水タンクに戻して閉鎖系での運転とし、系内の水温を低水温期を想定して5℃に冷却して保持した。

- 実施例1記載の運転サイクルで5年相当分の濾過ー逆洗／ガスバブリングーフラッシングのサイクルを繰り返した後、カートリッジを取出して観察したところ、
- 5 中空糸膜やカートリッジヘッドの接着部等に全く異常は見られなかった。

比較例1

- 特開平10-137552号公報記載の図4及び図6の下部リング構造とし、中心部に25mmφのPVC製パイプ1本を配置し、中空糸膜Dを用いた他は実施例2と同様にしてカートリッジを作製した。下部リングの貫通穴は、中心に配置されたPVCパイプから5mm離れて開口しており、幅を1.0mmとした。また、中空糸膜束の占有面積は実施例2と同様にした。なお、該カートリッジにおける中空糸膜の弛緩率は0.5%であった。
- 10

- 該カートリッジは、カートリッジの中央部を把持することができないため、カートリッジヘッドと下部リングとを2人で分担して把持して運搬せざるを得なかった。
- 15

該カートリッジを用いて実施例2と同様の濾過試験を行ったところ、逆洗後の膜間差圧が運転開始初期から急激に上昇し400時間で300kPaに達してしまい、運転を中断せざるを得なかった。

20 比較例2

- 接着剤として二液性熱硬化型ウレタン樹脂（日本ポリウレタン製：コロネートー4403／ニッポランー4221（商品名））を使用した他は実施例1と同様にしてカートリッジを作製した。該接着剤は5℃及び40℃でのショア硬度が各72D、28Dである。
- 25 該カートリッジのガスバブリングにおける耐久性を評価するための加速試験を実施例9と同様にして行ったところ、1年相当時点で中空糸膜の接着界面で中空糸膜が破断し、リークを起こした。

産業上の利用可能性

本発明のカートリッジ及びそれを用いたラック型濾過装置用モジュール並びに

タンク型濾過装置は、ガスバブリング洗浄時に各中空糸膜の広がり及び／又は振動を最大限に生ぜしめ、少量の導入ガス量でも中空糸膜の外表面に堆積した懸濁物を剥離しやすくするとともに、剥離した懸濁物を中空糸膜カートリッジの外に容易に排出できるため、長期間にわたって安定した濾過運転が可能である。さら

- 5 に、本発明のカートリッジは、実用上十分な耐久性を有し、並びに、持ち運び等におけるハンドリングが容易であるので、実用上極めて有用である。また、それを用いた濾過装置用モジュール及びタンク型濾過装置は、カートリッジを新品に更新する場合でもハウジング又はタンクを繰り返し使用できるため経済的である。

請 求 の 範 囲

1. 複数本の中空糸膜からなり両端部が接着固定層で接着固定された中空糸膜束と、一方の端部の外周に液密に固定されたカートリッジヘッドと他方の端部の外周に液密に固定された下部リングとを有する中空糸膜カートリッジにおいて、該カートリッジヘッドと該下部リングとが複数の棒又はパイプに連結固定されており、カートリッジヘッド側の端部において中空糸膜の中空部が開口し、下部リング側の端部において中空糸膜の中空部が封止され、かつ、下部リング側の接着固定層に複数の貫通穴が設けられ、該貫通穴が中空糸膜束内に配置されていることを特徴とする上記中空糸膜カートリッジ。
2. 前記下部リングの端面が中空糸膜の端面より突き出している請求項 1 記載の中空糸膜カートリッジ。
3. 前記カートリッジヘッドが外周部にツバ部を有する請求項 1 又は請求項 2 記載の中空糸膜カートリッジ。
4. 前記棒又はパイプの少なくとも一部が中空糸膜束の外周近傍に配置されている請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の中空糸膜カートリッジ。
5. 前記棒又はパイプが、前記カートリッジヘッドと前記下部リングとに接着固定層で中空糸膜と共に接着されていることにより連結固定されている請求項 4 記載の中空糸膜カートリッジ。
6. 中空糸膜がウェーブを有している請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の中空糸膜カートリッジ。
7. 中空糸膜の引張弾性率が、10MPa 以上90MPa 未満である請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の中空糸膜カートリッジ。
8. 中空糸膜の引張弾性率が、10MPa 以上70MPa 以下である請求項 7 記載の中空糸膜カートリッジ。
9. 中空糸膜が弛んだ状態であり、弛緩率が0.1%以上10%以下である請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の中空糸膜カートリッジ。
10. 下部リング側の接着固定層に設けられた前記複数の貫通穴が、各々の間に中空糸膜が存在するように配置されている請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の中空糸膜カートリッジ。

中空糸膜カートリッジ。

11. 下部リング側の接着固定層に設けられた前記複数の貫通穴が、内径 2 ～ 3
0 mm である請求項 1 ～ 1 0 のいずれか一項に記載の中空糸膜カートリッジ。

12. 前記接着固定層を構成する接着剤が、使用温度範囲で硬度 7 0 D ～ 3 0 D
5 の特性を有するウレタン樹脂である請求項 1 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の中空
糸膜カートリッジ。

13. 請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の中空糸膜カートリッジを用いたラ
ック型濾過装置用モジュール。

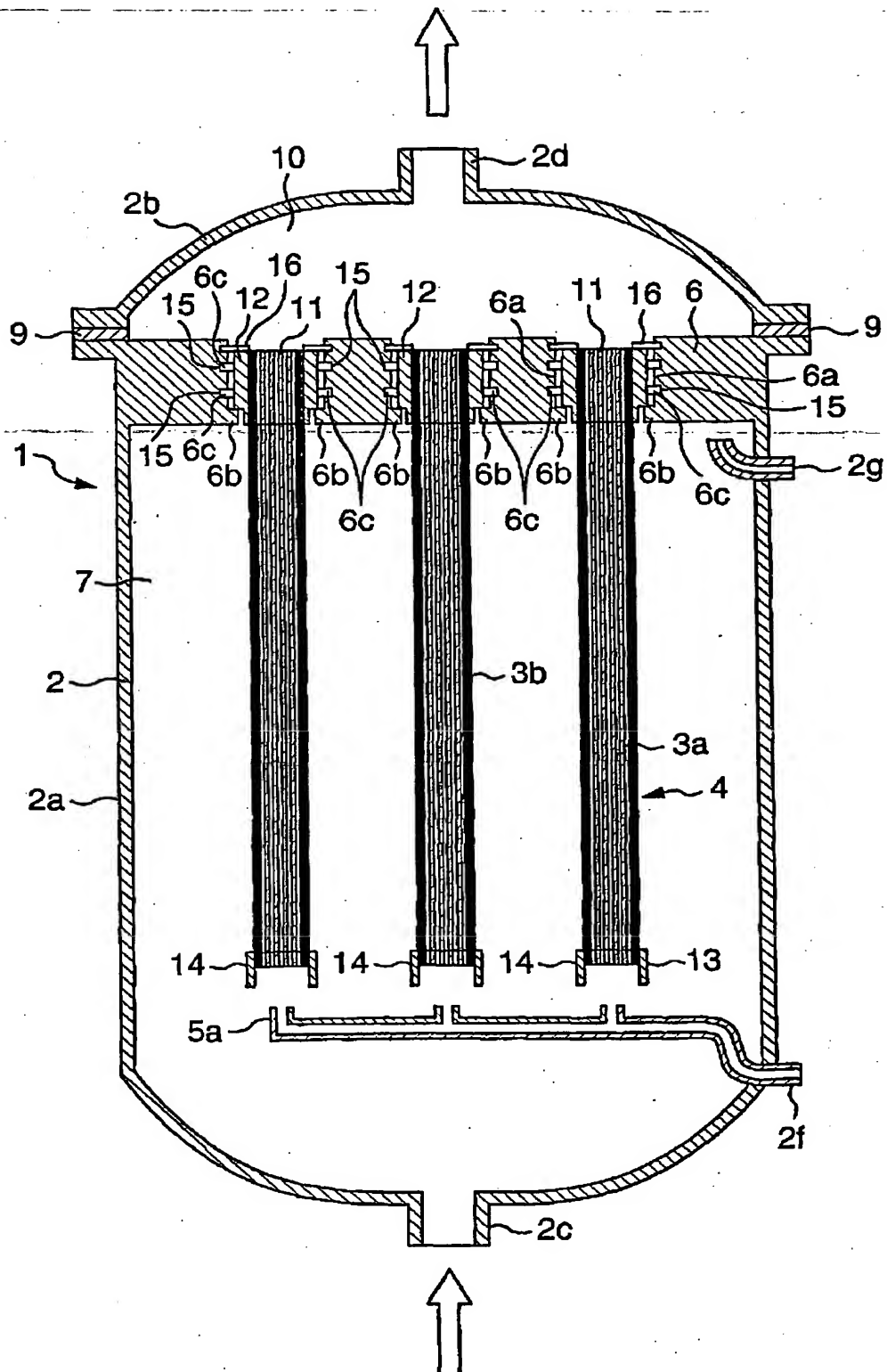
14. 請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の中空糸膜カートリッジを用いた
10 タンク型濾過装置。

15. 前記中空糸膜カートリッジが懸垂して支持されている請求項 1 4 記載の
タンク型濾過装置。

BEST AVAILABLE COPY

1/8

FIG. 1



BEST AVAILABLE COPY

2/8

FIG. 2

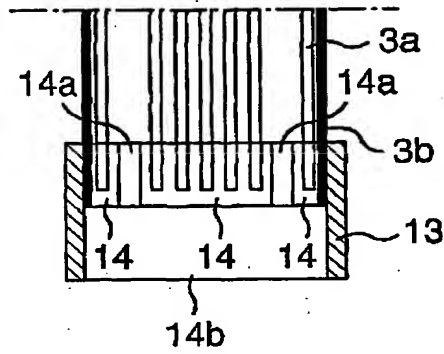
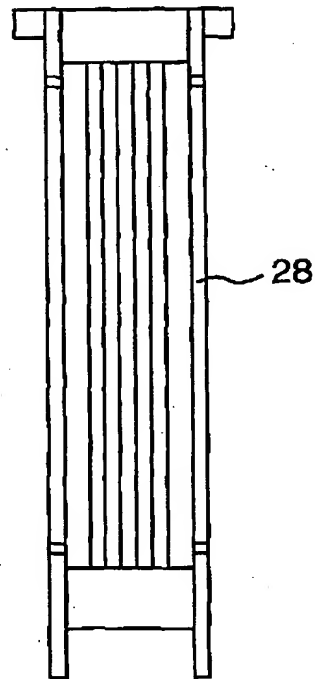


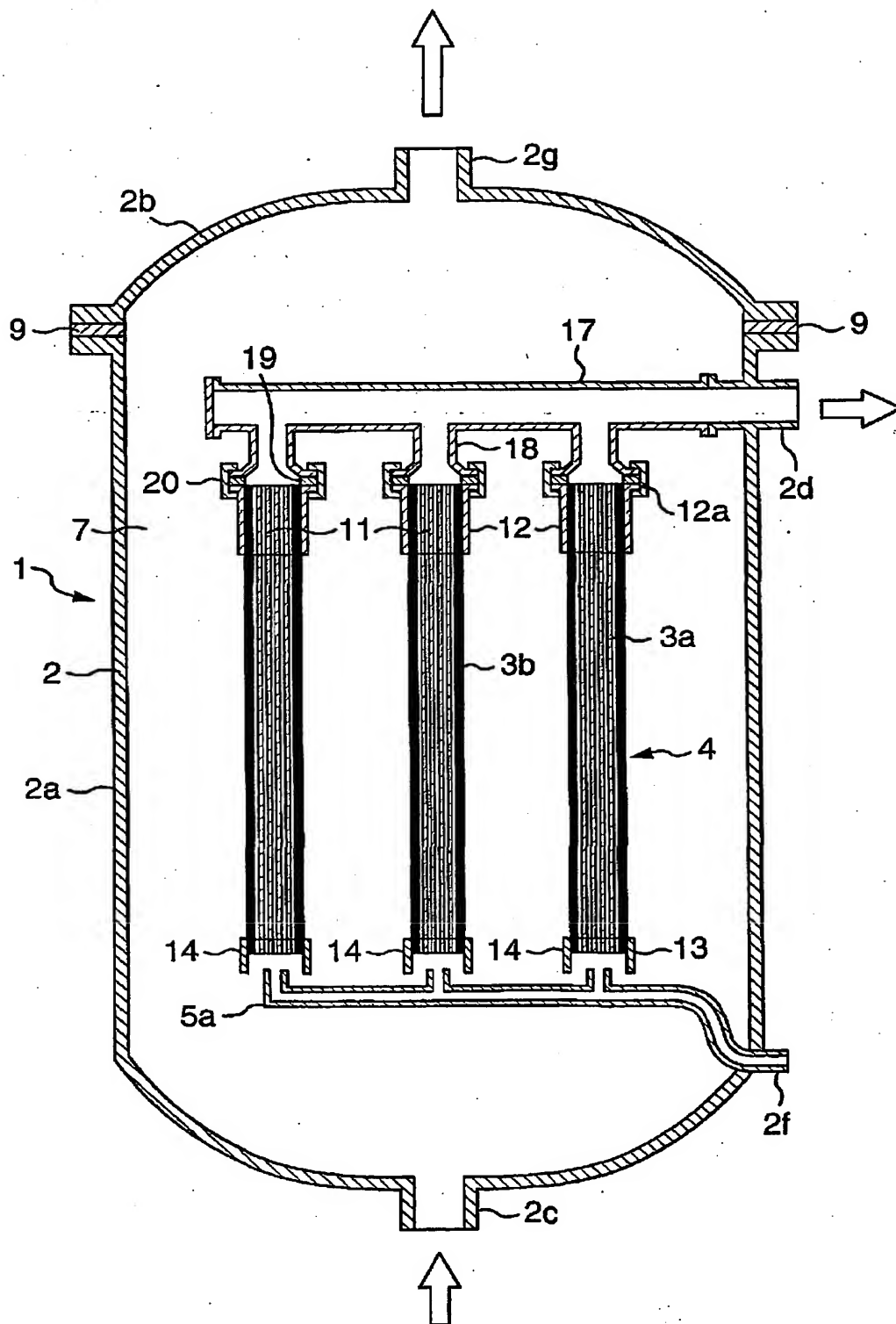
FIG. 3



BEST AVAILABLE COPY

3/8

FIG. 4



BEST AVAILABLE COPY

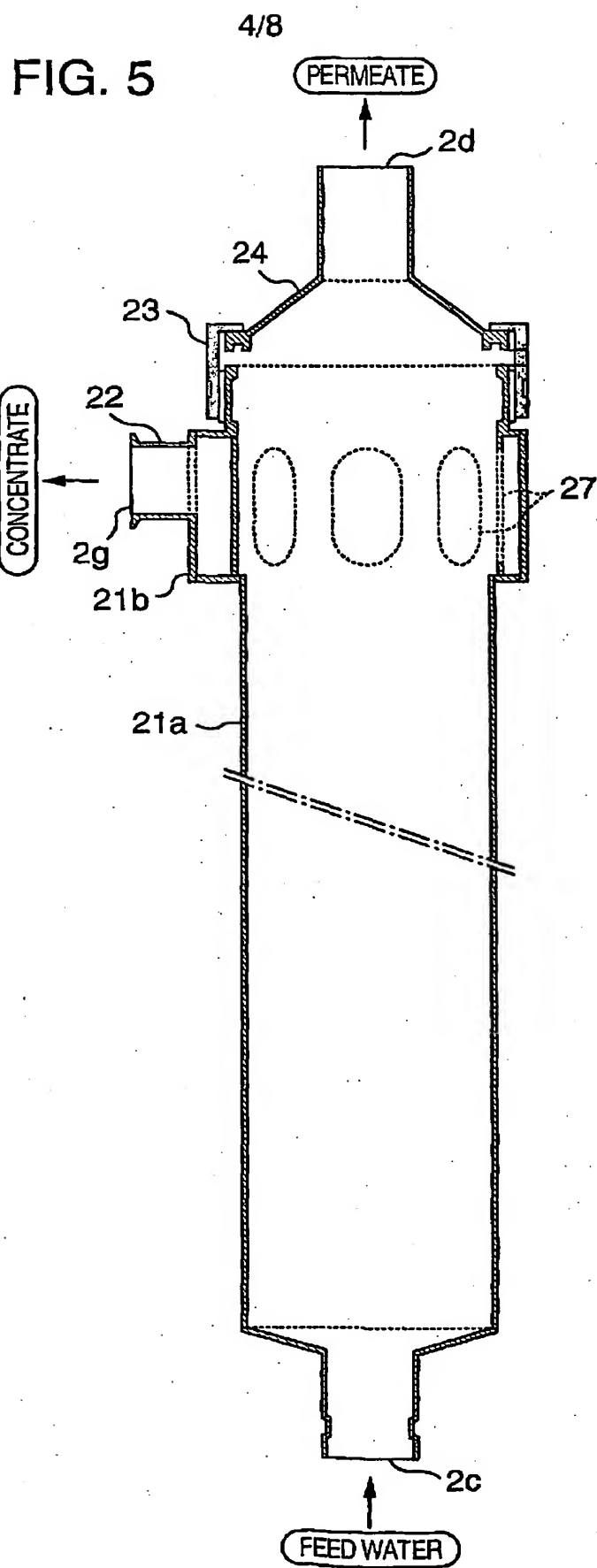
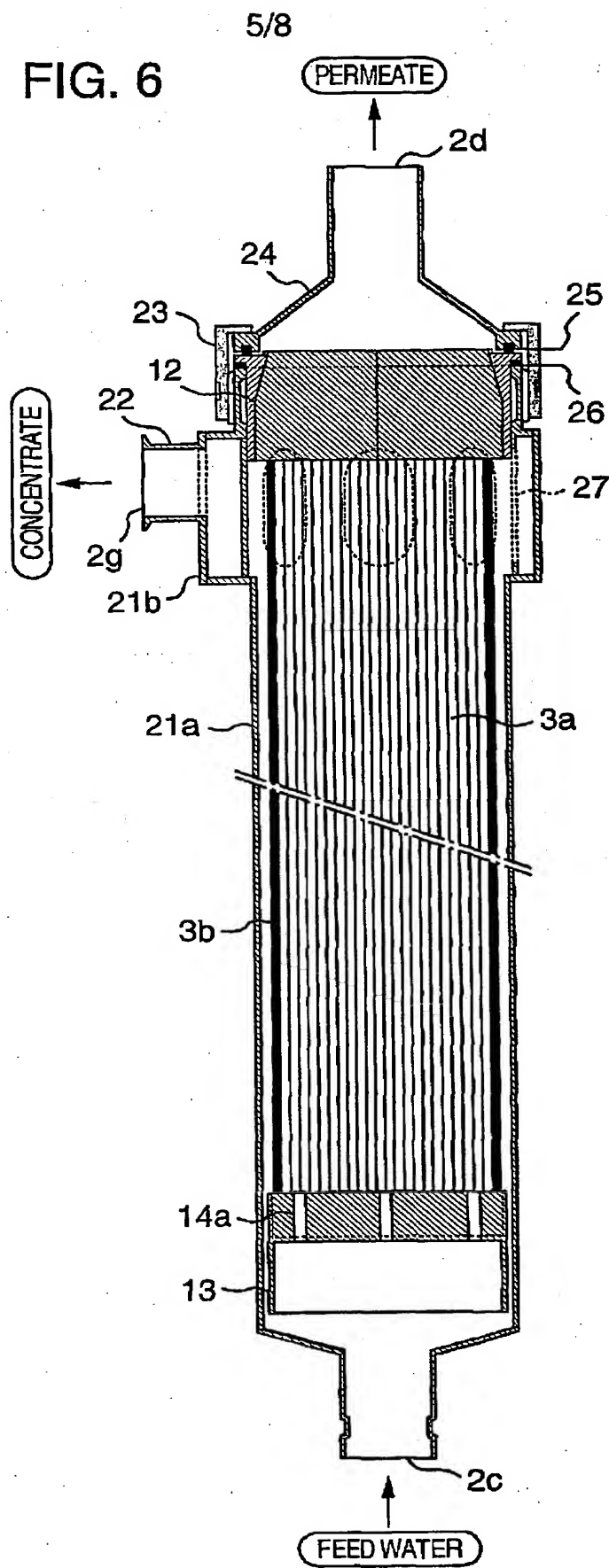


FIG. 6



BEST AVAILABLE COPY

6/8

FIG. 7

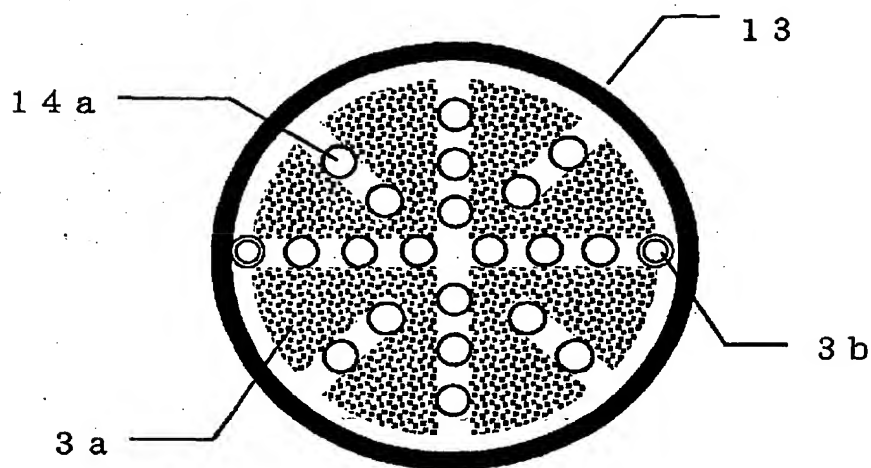
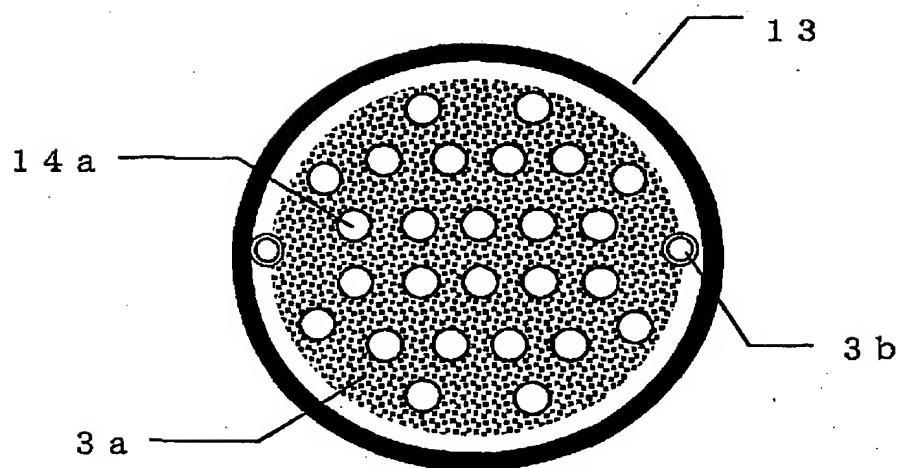


FIG. 8



BEST AVAILABLE COPY

FIG. 9

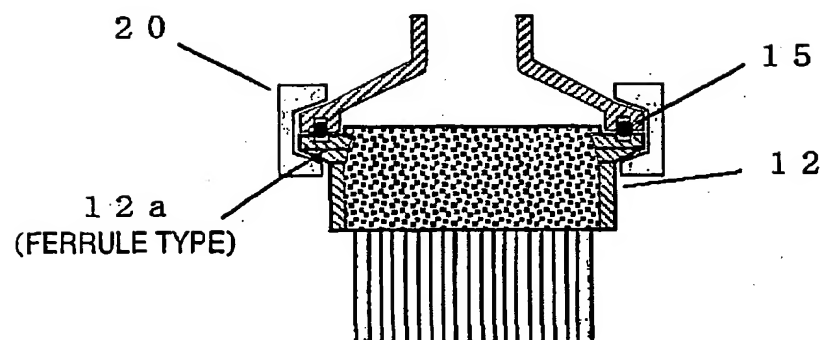


FIG. 10

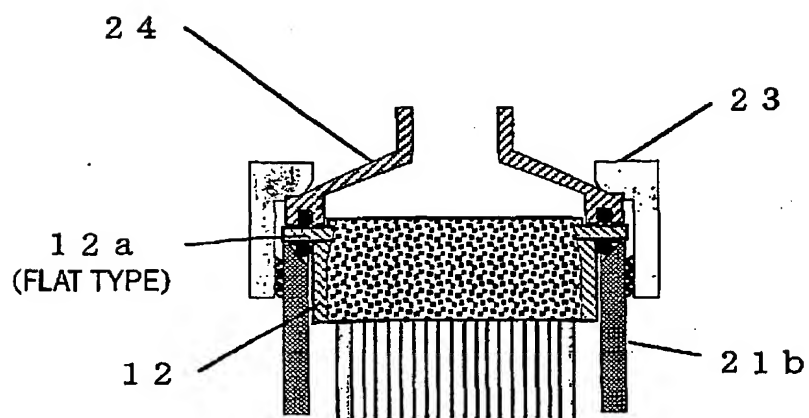
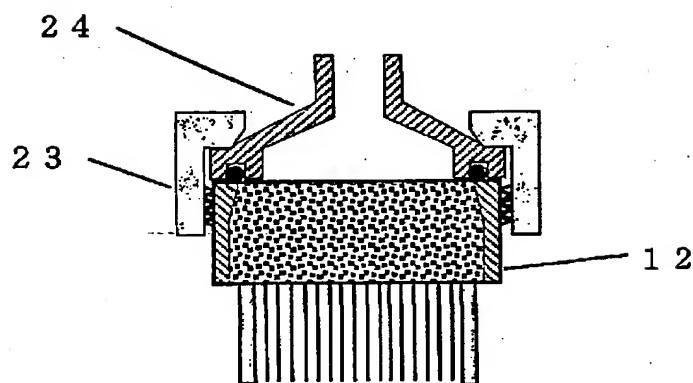


FIG. 11



BEST AVAILABLE COPY

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05972

BEST AVAILABLE COPY

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B01D63/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B01D63/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-157846 A (Asahi Chemical Industry Co., Ltd.), 13 June, 2000 (13.06.00); Claim 1; Figs. 1 to 3 & EP 1052012 A & WO 00/30740 A & AU 1408800 A & CN 1289268 T	1-15
A	JP 3-98622 A (Mitsubishi Rayon Co., Ltd.), 24 April, 1991 (24.04.91), Claims 1 to 2; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 October, 2001 (10.10.01)Date of mailing of the international search report
23 October, 2001 (23.10.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. B01D63/04

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. B01D63/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年
日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-157846 A (旭化成工業株式会社) 13. 6月. 2000 (13. 06. 00) 請求項1、図1-3 & EP 1052012 A & WO 00/30740 A & AU 1408800 A & CN 1289268 T	1-15
A	JP 3-98622 A (三菱レイヨン株式会社) 24. 4月. 1991 (24. 04. 91) 請求項1-2、図1-3 (ファミリーなし)	1-15

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
10. 10. 01

国際調査報告の発送日
23.10.01

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
中野 幸一



4D 9153

電話番号 03-3581-1101 内線 8421